

# **Spezifikation - Transportband**

## **„Fabrik der Zukunft“**

Scherlin, Erik

Braun, Florian

Großmann, Moritz

21. April 2017

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Anlagenbeschreibung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Analyse</b>	<b>2</b>
2.1	Ist-Analyse . . . . .	2
2.2	Soll-Konzept und Vorteile der Neuimplementierung . . . . .	2
<b>3</b>	<b>Funktionalität</b>	<b>3</b>
3.1	Stauvermeidung in den Kurven . . . . .	3
3.2	Handhabung leerer Schlitten . . . . .	3
3.3	Kommunikation mit angrenzenden Systemen . . . . .	3
3.4	Anlagensteuerung . . . . .	4
<b>4</b>	<b>Anwendungsumfeld</b>	<b>5</b>
<b>5</b>	<b>Tests</b>	<b>5</b>

# 1 Anlagenbeschreibung

Die Anlage besteht insgesamt aus drei unabhängigen Transportbändern zwischen denen Schlitten ausgetauscht werden können, dazu stehen zwei Weichen zur Verfügung.

Zudem gibt es drei Stationen, die entweder über das Haupt- oder das E/A-Band bedient werden können.

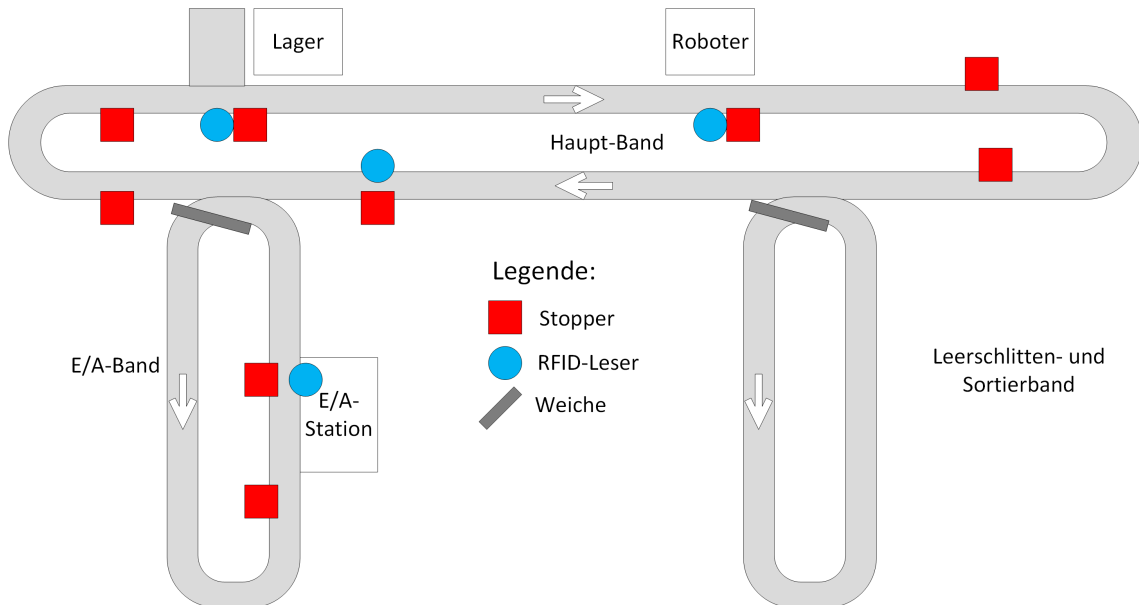


Abbildung 1: Vereinfachte schematische Darstellung der Fabrik der Zukunft mit relevanten Sensoren und Knotenpunkten

**Ein- und Ausgabestation** An der E/A-Station kann ein Benutzer Paletten in das System schleußen oder entnehmen. Sie ist über das E/A-Band an das Gesamtsystem angebunden und kann somit unabhängig vom Rest der Anlage betrieben werden. Durch die Stopper, die schon vor der eigentlichen Station angebracht sind, kann ein Arbeitsvorrat gebildet werden.

**Lagersystem** Dieses System ist über das Hauptband angeschlossen und entnimmt oder befüllt das Transportband nur mit Paletten. Bei einem solchen Vorgang muss entweder ein Schlitten mit Palette oder ein leerer Schlitten am Übergabepunkt bereitstehen. Eine große Behinderung des Hauptbandes ist durch diese Station nicht zu erwarten, da der Schlitten sofort nach dem Bestücken oder Entfernen einer Palette freigegeben und somit weggefahren wird.

**Roboter** Der Roboter befindet sich neben dem Hauptband und kann von dort aus Paletten vom Band in seinen eigenen Arbeitsbereich umlagern und wieder zurück

zurücksetzen. Hierfür ist ein Stopper verbaut um den Schlitten an dieser Station zu fixieren. Der Roboter entnimmt von einer oder mehreren Lagerpaletten Ware, um sie auf einer extra Palette wie vom Kunden gewünscht anzuordnen. Die Schlitten müssen hier nur solange warten, bis der Roboter die Palette entnommen oder darauf platziert hat.

## **2 Analyse**

### **2.1 Ist-Analyse**

Die Anlage kann momentan nur mit maximal einer Palette beziehungsweise einen Schlitten gleichzeitig umgehen was zu einer sehr niedrigen Geschwindigkeit führt. Außerdem ist die Anzahl der zur Verfügung stehenden Schlitten fest bei Programmstart hinterlegt und kann nicht mehr geändert werden.

Die Routenplanung ist, wie auf einigen Videos zu sehen, sehr einfach gestrickt und bietet in vielen Fällen keine optimale Nutzung des Bandes. Dies ist wohl auch auf die Tatsache zurückzuführen, dass sowohl Paletten als auch die Schlitten vom System eindeutig unterschieden werden und für eine Palette immer genau ein bestimmter Schlitten angefordert wird, auch wenn ein anderer näher wäre.

### **2.2 Soll-Konzept und Vorteile der Neuimplementierung**

Bis auf die Netzwerkkommunikationsschicht soll der Transportmanager neu entwickelt werden, da eine Umstrukturierung des alten Codes hinsichtlich der neuen Konzepte und der zur Verfügung stehenden Zeit nicht möglich ist. Die entfallende Einarbeitungszeit soll zum Teil in die Implementierung aber zum größten Teil auch in die System- und Anlagentests fließen.

Mit der Neuentwicklung soll die Anlage außerdem um die Fähigkeit erweitert werden, mit mehreren Paletten und Schlitten gleichzeitig umzugehen und diese möglichst effizient an ihren Zielort zu bringen.

Die Routenplanung, die momentan noch sehr starr ist, soll durch eine flexible JiT<sup>1</sup>-Routenplanung ersetzt werden. Dadurch können auch Informationen für das Routing genutzt werden, die zum Zeitpunkt der Erstellung der Routen noch nicht verfügbar waren. Dies soll zu einer besseren Systemleistung führen.

In der neuen Software werden außerdem nur noch die Paletten eindeutig über angebrachte RFID-Tags identifizierbar sein, die Schlitten, auf denen sie transportiert

---

<sup>1</sup>Just-in-Time, die Informationen werden erst besorgt, wenn sie benötigt werden

werden, können zwar vom System erkannt aber nicht mehr unterschieden werden. Diese Vereinfachung begünstigt das oben genannte dynamische Routing der Paletten, zudem nimmt sie der Software Komplexität und verringert den Verwaltungsaufwand.

## **3 Funktionalität**

### **3.1 Stauvermeidung in den Kurven**

Tests mit der bisherigen Anlagensoftware haben ergeben, dass sich Schlitten in den Kurven gegenseitig einklemmen, wenn sich dort mehr als einer befindet. Die Stopper vor und nach einer Kurve können genutzt werden, um bei der Einfahrt eines Schlittens einen nachfolgenden anzuhalten und bei Ausfahrt des ersten den Nachfolger passieren zu lassen. Diese Logik ist bereits in der Software der SPS<sup>2</sup> vorhanden und wird weiterhin genutzt. Eine Notwendigkeit, diese im übergeordneten Transportmanager zu implementieren besteht nicht, da nichts anderes Einfluss auf diese Logik hat. Zudem würde es einen höheren Netzwerkaufwand verursachen.

### **3.2 Handhabung leerer Schlitten**

Wird von einer der Stationen ein leerer Schlitten angefordert wird dieser im Normalfall vom Leerschlittenband auf das Hauptband gefahren und von dort aus weitergeroutet. Sollte kein leerer Schlitten mehr vorhanden sein wird der Transportauftrag zurückgestellt und später bearbeitet.

Nachdem ein Schlitten geleert wurde wird das Transportsystem versuchen, diesen umgehend auf das Leerschlittenband zu bringen. Wenn allerdings in der Zwischenzeit ein neuer leerer Schlitten angefordert wird, wird versucht, den bereits freigegebenen zu verwenden um nicht unnötig das Hauptband durch das Aus- und Einschleußen zu blockieren. Das Freigeben eines Schlittens geschieht impliziert mit der Entnahme der darauf liegenden Palette und nicht wie in früheren Versionen durch einen Befehl der Steuerung.

### **3.3 Kommunikation mit angrenzenden Systemen**

Die Kommunikation zwischen der Steuerung, welche für die Koordination der verschiedenen Subsysteme zuständig ist und der SPS, die für die Steuerung der Anlage

---

<sup>2</sup>Speicherprogrammierbare-Steuerung, dient der Steuerung von Anlagen mithilfe von Sensoren und Aktoren und einer dazugehörigen Software

selbst verantwortlich ist, erfolgt über Ethernet. Alle Systeme sind dazu in einem gemeinsamen Netzwerk eingebunden. Der Transportmanager baut beim Start zur Steuerung und zur SPS eine Verbindung auf und behält diese bei. Der Netzwerkcode ist bereits in Java implementiert und für den alten Transportmanager getestet, er soll deshalb in das neue Projekt übernommen und wenn nötig angepasst werden.

Die übergeordnete Steuerung kann über diese Verbindung dann folgende Befehle senden:

- Leerer Schlitten zu Station y
- Palette x zu Station y

Der Befehl zum Freigeben eines Schlittens entfällt, da sobald die Palette darauf entnommen wird der Schlitten automatisch „freigegeben“ ist, ein Befehl der Steuerung zum Freigeben wird ohne Aktion sofort quittiert. Der zweite Befehl erfordert von der Software zu wissen, wo sich momentan eine Palette auf dem Band befindet um eine Route dafür zu ermitteln. Die Position wird als Segment gespeichert was sich aus einem vorausgegangenen und einem nachfolgenden Knoten in Fahrtrichtung zusammensetzt. Da nur an Knoten geroutet, also Entscheidungen über die weitere Fahrtrichtung getroffen werden, reicht diese grobe Einteilung der Anlage aus.

Die Verbindung zur SPS kann vom Transportmanager genutzt werden, um die Zustände der Sensoren auszulesen. Dazu zählen die Metall-Sensoren, mit denen Schlitten detektiert werden können, sowie RFID-Leser mit denen die Paletten-Nummer ausgelesen werden kann. Außerdem können Weichen und Stopper in eine bestimmte Position gestellt werden, um Schlitten auf andere Bänder zu leiten oder anzuhalten, beispielsweise vor der Einfahrt einer Kurve.

### **3.4 Anlagensteuerung**

Der Transportmanager benötigt für eine effiziente Routenplanung der Schlitten genaue Informationen über alle am System beteiligten Entitäten. Dazu gehören die Sensoren der Anlage, die Zustände der Stopper und Weichen sowie Informationen zu den Schlitten, Paletten und den offenen Transportaufträgen. Diese sollen InMemory gehalten werden, um schnelle Zugriffszeiten darauf zu garantieren. Eine persistente Speicherung der Zustände soll möglich sein.

Die gesamte Logik zum Auslesen und Setzen der Zustände soll in einem Modul gekapselt werden, um die Kommunikationslogik von und zur SPS von der eigentlichen Transportplanung und -steuerung zu trennen. Dieses Modul soll den anderen Modulen auch die Informationen zur Anlage über eine effizient abfragbare Schnittstelle bereitstellen.

Die eigentliche Planung der Routen soll dann von einem eigenständigen Modul übernommen werden, welches Strategien zur Optimierung des Arbeitsvorrats vornimmt.

## **4 Anwendungsumfeld**

Der Transportmanager soll auf einem eigenständigen Rechner laufen, der über Ethernet mit den anderen Subsystemen und der SPS kommunizieren kann. Er soll als Konsolenanwendung konzipiert sein, die teilweise durch Argumente beim Start konfiguriert werden kann. Die Struktur der Anlage soll nicht fest im Programmcode hinterlegt sondern über eine Einstellungsdatei konfigurierbar sein.

## **5 Tests**

Um am Ende der Implementierung die Funktionstüchtigkeit der Software zu testen müssen mindestens folgende Testfälle erfolgreich abgeschlossen werden:

- Leerer Schlitten zu beliebiger Station
- Beliebige Palette auf Band zu beliebiger Station
- Leeren einer Palette und anschließende Beförderung zum Leerschlittenband

Wurden diese Testfälle mit einer Palette erfolgreich abgeschlossen kann damit begonnen werden, mehrere Transportaufträge gleichzeitig zu bearbeiten. Dazu kann eine beliebige Kombination obiger Testfälle produziert werden. Das System sollte diese parallel Verarbeiten ohne dabei einen Deadlock zu erzeugen